الاستصلاح الحيوي للترب الملحية باستخدام المحاصيل المتحملة للملوحة

اسود حمود اسود ايمان عبد المهدي الجنابي
قسم علوم التربة والموارد المائية– كلية الزراعة \ جامعة بغداد

المستخلص

ان شحة المياه الحالية والتي تزيد من خطر التصحر والتملح ادت الى وجود حاجة ملحة في الوقت الراهن الى تقنيات موقعية ملائمة مثل الاستصلاح الحيوي **Phytoremediation**. صنفت تربة في موقع كلية الزراعة في ابي غريب الى مستوى تحت المجاميع العظمى **Typic Torrifluvent** لاجراء التجربة. تم استخدام تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بأربعة مكررات وثلاث معاملات وهي :- المعاملة الاولى :- زراعة محصول احادي متحمل للملوحة وهوالذرة البيضاء ويرمز لها S1¬.المعاملة الثانية :- زراعة محصول احادي متحمل للملوحة - الدخن ويرمز لها S2. المعاملة الثالثة :- زراعة محصولين متحملين للملوحة- الذرة والدخن ويرمز لها S3.بينت النتائج من خلال التحليل النسيجي للنبات للاستدلال على التحمل الملحي بان تركيز الصوديوم في سيقان المعاملةS2 والبالغ ١.٢٧% قد انخفض معنوياً مقارنة مع المعاملتينS1 وS3 في الحشة الاولى .كما انخفض تركيز الصوديوم في الاوراق للحشة نفسها اذ كان بمقدار ١.٠٩% في المعاملة S3 وبانخفاض معنويً مقارنة مع المعاملتين S1 وS2.أما فيما يخص الحشة الثانية فقد اظهرت النتائج انخفاض تركيزالصوديوم في اوراق المعاملةS1البالغة ٠.٤٩ % مقارنة مع المعاملتين S2 وS3. كما ظهر وجود فرق معنوي لتركيز الكلوريد وذلك بتفوق سيقان المعاملة S1البالغة ٢.٤٧% معنوياً عند الحشة الاولى مقارنة مع المعاملة S2 .اما عند الحشة الثانية فقد تبين وجود زيادة معنوية في تركيز الكلوريد فى سيقان المعاملة S1والتي تبلغ ١.٧ % مقارنة مع المعاملة S2 . وجد ان محصول الدخن كان اقل امتصاصاً للاملاح في الحشة الاولى ثم زاد الامتصاص في الحشة الثانية لعدم مقدرته على اجتناب الاملاح. ادى الاستصلاح الحيوي الى انخفاض تراكيز الصوديوم والكلوريد في طبقات التربة مقارنة عما كانت عليه مستوياتها قبل الزراعة. كما ادت زيادة التحمل الى زيادة معنوية في حاصل الذرة البيضاء في الزراعتين الاحادية والثنائية.

البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الاول .

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 42 (٥):٤٦- ٥٨,2011 Aswad & Al-Janabi.

PHYTOREMEDIATION OF SALINE SOILS USING SOME SALT TOLERANT CROPS*

Aswad H. Aswad Eman A. M. Al-Janabi
Dept. of Soil Sci. and Water Reso./ Coll. of Agric. / Uni. of Baghdad

ABSTRUCT

The current water scarcity scaling up desertification and salinization hazard led to urgent necessity for in situ techniques such as phytoremediation. The experiment was conducted at the college of Agriculture field, Abu-Graib district in Baghdad. The soil classified as Typic Torrifluvent. A randomized complete block design was used with three replicates. Each treatment with plot area 3×4 m was repeated three times. The treatments tested were: S1- planting one salt tolerant crop-sorghum (monoculture). S2- planting one salt tolerant crop-millet (monoculture). S3- planting two salt tolerant crops: sorghum and millet (diculture). The results showed that sodium concentration in stems for S3 treatment was 1.27% and decreased significantly at the first harvest comparing with S1 and S2. Sodium concentration in leaves was 1.09% for S3 and decreased significantly comparing with S1 and S2. Concentration in leaves was 0.49% for S1 at second harvest which was significantly decreased comparing S2 and S3. S1 showed a significant decrease in sodium concentration in grains comparing with both S2 and S3. Statistic analysis results indicated a significant increase in chloride concentration in stems for S1 was 2.47% at first harvest comparing with S2. At second harvest, S1 became 1.70% and showed a significant increase of chloride concentration in stems comparing with S2. Salt uptake by millet at the first harvest was less than the second harvest due to the lake of salt avoidness ability of the crop. Phytoremediation led to decrease of sodium and chloride concentrations in soil layers comparing with their levels before plantation. Increasing of salt tolerance for sorghum led to an increase in total yield in both mono and diculture .

*Part of M.Sc. Thesis of the first author.

المقدمة

تعد مشكلة ملوحة الترب هي نتاج للعمر الجيولوجي للارض خلال ما يقارب ٤٥٠ مليون سنة اذ تراكمت في التربة نتيجة النقل بمياه الري والمياه الارضية وهذا التراكم يختلف من عدة اطنان بالهكتارتتراكم سنويا في الترب القريبة من سواحل البحار الى بضعة كيلوغرامات في الترب في المناطق الداخلية (١١). ان الخيارات المتاحة لمعالجة المشاكل المتعلقة بالملوحةهي ما يلي(١٦و١٧) :- (أ) الاستصلاح الهندسي : يشمل العمليات التي يتم من خلالهاتغيير بيئة النمو وجعلها طبيعية وملائمة لنمو النباتات وهي تحتاج الى موارد وتكاليف اقتصادية قد تكون باهضة ومكلفة للمزارعين. كما يحتاج الى كميات كبيرة من مياه الغسل التي يصعب توفيرها في ظروف شحة المياه الحالية. (ب) الاستصلاح الحيوي: ويتضمن انتخاب المحصول او تغيير الهندسة الوراثية ليتمكن من العيش في الترب المتأثرة بالاملاح .هذا الخيار يعد الاكثر قبولا والاقل تكلفة واستنزافا للموارد الاقتصادية وتعد قابلية النبات لتحمل الجهد الملحي لمستوى معين ذا اهمية عليا لادارة الموارد بشكل امثل وهذا بسبب تطوير المحاصيل التي جرى تكييفها مع تحمل ملحي مرتفع يلائم بيئات الاجهاد الملحي. وقد بين Qadirوآخرون (27) بان أستعمال نباتات متحملة للملوحة تعتبر احد تقنيات الاستصلاح لقابلية النباتات على النمو في ترب متاثرة في الملوحة والتي تؤدي الى تناقص ملوحة التربة الملحية الصودية الكلسية وتحسين صفات التربة من خلال فعالية جذورها. بالاضافة الى ان استعمال محاصيل اقتصادية متحملة تحقق دخلا" للمزارعين مقارنة بالكلفة العالية لانشاء شبكات البزل (10) . (ج)- الاستصلاح الهجين Hybrid :يتضمن كل من التحوير البيئي والتحوير الحيوي وهو عالي الانتاجية اقل تكلفة من حيث الموارد مما يجعله توجها قيما.ابتكرعلماء التربة العديد من طرق الاستصلاح والادارة لتقليل خطر الملوحة. الا ان مشاكل الاراضي والمياه الغير مستغلة يمكن التغلب عليها بوسائل حيوية اكثر منها هندسية. وفي هذا المجال وجدKhoshgoftarmanesh وVakil (18) ان استخدام غسلتين قبل زراعة محصول الشعير ادى الى خفض الايصالية الكهربائية ECe من67.1 قبل الزراعة الى 7.1 دسي سمنزم-١ بعد الزراعة.كما اشار Qadir و آخرون (28) الى ان اضافة المصلحات الكيمياوية واستعمال الاستصلاح الحيوي بالنباتات تعتبر من التقنيات المتبعة للاستصلاح لازالة اعلى كمية من الصوديوم الموجود في مقد التربة وبالتالي انخفاض ملوحة التربة. وتكون هذه التقنية ذات مردود غير سلبي على موقع المعالجة وتستعمل لازالة الملوثات من التربة والماء والهواء (٣٤) . اشارEvans (13) الى امكانية استخدام محصولي الدخن والذرة البيضاء استصلاح الترب المتأثرة بالاملاح نظراً لقابليتها على تحمل ملوحة التربة.وقد بين Sharma وMinhas (30) بان الذرة البيضاء يمكنها تحمل مستويات عالية من ملوحة التربة عند اعطاء رية ثقيلة قبل الزراعة لازالة جزء من الاملاح المتراكمة . ومن النتائج التي حصل عليها Begdullayeva وآخرون (6) امكانية استخدام الذرة البيضاء في عملية الاستصلاح الحيوي في الترب العالية االملوحة اذ وجد ان اعلى امتصاص للاملاح الذائبة الكلية TDS يتم من قبل الجزء الخضري وتضمنت ايونات الكلوريد والبيكاربونات بصورة رئيسية ليتم التخلص منها من خلال الحصاد بالاضافة الى انتاج حاصل حبوب بلغ 3.3 طن هـ$^{-1}$ في هذه الترب. اعتبرBeltrao وآخرون (7) ان ازالة ايون الكلوريد هو مؤشراً اساسياً لعملية الاستصلاح الحيوي لانه الايون الاكثر شيوعاً في مستخلص التربة. كما وجد Chang (9) ان كمية ملح كلوريد الصوديوم المزالة بالاستصلاح الحيوي بلغت 1580 كغم هـ$^{-1}$ لكل سنة عند زراعة محصولي الشعير والشوفان . وهناك عوامل تجعل هذا النوع من الاستصلاح ذو اهمية كبرى وذلك من خلال ما يأتي :- انخفاض التكلفة الاقتصادية فضلاًعلى العائد الاقتصادي المتحقق للمزارعين من المحاصيل التي

يزرعونها خلال عمليات الاستصلاح،تحسين بناءالتربة وزيادة ثباتية مجاميع التربة وتكوين المسامات الكبيرة macropores التي تزيد من الايصالية المائية للتربة واختراق الجذور والتجانس وزيادة عمق المنطقة المستصلحة (26).

ونظراً للازمة الحالية في مصادر المياه وشحتها وتعذر استخدام الغسل للترب والذي يحتاج الى كميات كبيرة من المياه والكلفة الكبيرة للاستصلاح الهندسي يهدف البحث الى دراسة امكانية استخدام المحاصيل المتحملة للملوحة في ازالة الاملاح من خلال الاستصلاح الحيوي للترب الملحية.

المواد والطرائق

نفذت التجربة في حقل كلية الزراعة – ابو غريب الواقعة جنوب غرب بغداد خلال الموسم الصيفي للعام ٢٠٠٩. صنفت تربة الدراسة الى مستوى تحت المجاميع العظمى TypicTorrifluvent. أخذت نماذج من تربة الحقل قبل اجراء عملية الزراعة لغرض اجراء بعض التحاليل الكيميائية والفيزيائية الموضحة في جدول (1). تم استخدام تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD (Randomized Complete Block Design بأربع مكررات وثلاث معاملات وهي :-

المعاملة الاولى :- زراعة محصول احادي متحمل للملوحة- الذرة البيضاء.*Sorghum bicolor* L صنف انقاذ ويرمز لها S1.المعاملة الثانية :- زراعة محصول احادي متحمل للملوحة- الدخن *Panicum miliaceum L.* صنف محلي ويرمز لها S2.المعاملة الثالثة :- زراعة محصولين متحملين للملوحة – الذرة البيضاء والدخن ويرمز لها S3.

تمت اضافة رية التعيير الرطوبي قبل الزراعة للحفاظ على التوازن الملحي خلال موسم الزراعة (4) ولخفض تركيز الاملاح في الطبقة السطحية للاسراع في انبات البذور(24). زرعت بذور الدخن بمقدار ٣٠ كغم هـ$^{-1}$ على شكل خطوط وبمسافة ٥٠ سم بين كل خطين وبطول ٤ م لكل خط ، كما زرعت الذرة البيضاء على شكل خطوط بمسافة ٦٠ سم وبطول ٤ م والمسافة بين كل جورة وأخرى ٤ سم اما بالنسبة للزراعة الثنائية فكانت المسافة بين الخطوط ٥٠ سم وبنفس الكثافة (٣٠ كغم هـ$^{-1}$) ، لكل من الدخن والذرة البيضاء على الترتيب. تم تسميد النباتات باليوريا بمعدل 250 كغم N هـ $^{-1}$ بدفعتين نصف الكمية قبل الزراعة والنصف الاخر في مرحلة التفرعات .كما اضيف سماد سوبر فوسفات الكالسيوم بمعدل 200 كغم P هـ$^{-1}$ وكبريتات البوتاسيوم 100 كغم K هـ- ^{1}. كان الري يتم بعد تحديد المحتوى الرطوبي للتربة كنسبة مئوية وذلك قبل الري على اساس الوزن الجاف وطرح هذه النسبة من النسبة المئوية للرطوبة الوزنية عند السعة الحقلية والفرق يتم تحويله الى عمق ماء ري باستخدام المعادلة (١٩) :-

$$d = \left[\frac{P_V}{100}\right] D$$

جزء الغسل بمقدار0.1 والمحسوب وفق المعادلة المشار اليها فيIrshad وآخرون (١٧):-

$$LF = \frac{ECw}{5\,ECt - ECw}$$

حيث ان:- ECw = الايصالية الكهربائية لماء الري ECt= الايصالية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة التي يجب تؤدي الى تقليل فقدان الحاصل جراء ملوحة التربة.

اخذت الاجزاء الخضرية لكلا الحشتين وتم غسلها بالماء ومن ثم بالماء المقطر وجففت هوائياً لمدة 18 يوم ووضعت في الفرن الكهربائي على درجة حرارة 61 م° لحين ثبوت الوزن تم احتساب الوزن الجاف الكلي . كذلك تم فصل اجزاء النبات لكل من الاوراق والسيقان على حدة للحشة الاولى وفصل الاوراق والسيقان والحبوب كلاً على حدة للحشة الثانية الثانية اخذ 0.5 غم لكل من الاجزاء النباتية لكلا على حدة للحشتين. استخدم الهضم الرطب وفق الطريقة الواردة في Ryan وآخرون (٢٩) باستخدام حامض الكبريتيك المركز وبيروكسيد الهيدروجين بتركيز ٣٠%.اخذت عينات

تربة من الحقل قبل اجراء عملية الزراعة من كل وحدة تجريبية ولأربعة اعماق: 0-25 و 25-50 و 50-75 ، 75-100 سم عند الحشة الاولى والحشة الثانية للمحاصيل المزروعة في التجربة لتقدير كل من EC وSAR. تحاليل التربة والمياه تمت وفق الطرق الواردة في Ryan وآخرون (٢٩). تم تقدير الاملاح المزالة من قبل المحاصيل وفق مااورده Arinushkina (٥) بتحضير المستخلص النباتي بنسبة ٥٠ :١(ماء: نبات) اذ تم اخذ 5 غم من المادة الجافة لكل من الاجزاء النباتية لكلا الحشتين على حدة واضافة 250 مل من الماء المقطروتم رج المحلول ومن ثم استخلص بواسطة جهاز تفريغ Vacuum، الراشح المستخلص ومن ثم تم تقدير الايونات الذائبة .

الجدول ١. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لموقع الدراسة قبل الزراعة.

الصفة		الوحدة	عمق التربة (cm)			
			٠-٢٥	٢٥-٥٠	٥٠-٧٥	٧٥-١٠٠
الايصالية الكهربائية (EC٢:١)		dSm^{-1}	8.7	7.2	5.4	5.5
درجة التفاعل (pH)		-	7.71	7.90	8.52	8.35
الايونات الذائبة	الكالسيوم	$mmol\ L^{-1}$	21.4	26.3	20.6	20.4
	المغنيسيوم	$mmol\ L^{-1}$	20.5	17.1	12.1	16.2
	الصوديوم	$mmol\ L^{-1}$	41.2	25.5	16.8	14.3
	البوتاسيوم	$mmol\ L^{-1}$	1.0	0.7	0.6	0.4
	الكلوريد	$mmol\ L^{-1}$	52.9	41.4	27.7	24.2
	الكبريتات	$mmol\ L^{-1}$	24.1	24.7	20.3	22.1
	البيكاربونات	$mmol\ L^{-1}$	5.1	3.5	2.0	2.0
نسبة امتزاز الصوديوم(SAR)		-	4.2	5.5	6.8	6.4
السعة التبادليةالكيتونية (CEC)		$cmol\ kg^{-1}$	21.4	20.3	19.3	22.4
مكافئ كاربونات الكالسيوم		$g.Kg^{-1}$	287.1	297.6	287.3	314.4
الجبس		$g.Kg^{-1}$	5.6	4.7	4.6	5.1
الكثافة الظاهرية		$Mg.m^{-3}$	1.43	1.45	1.48	1.52
النسجة		-	SiC	SiC	C	CL

جدول ٢. التحليل الكيميائي لمياه البئر المستعملة في الري.

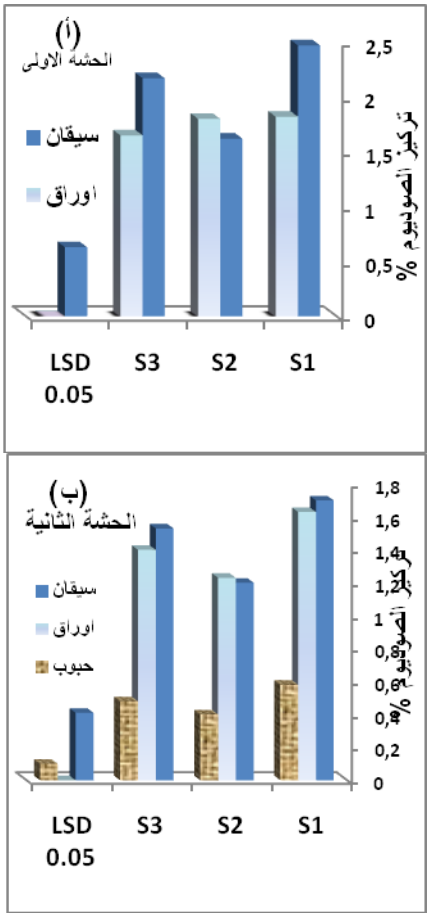
الصفة		القيمة
الايصالية الكهربائية (dSm^{-1})		2.1
درجة تفاعل التربة		7.3
الايونات الذائبة mmol L^{-1}	الكالسيوم	3.5
	المغنيسيوم	2.0
	الصوديوم	8.0
	البوتاسيوم	0.06
	الكلوريد	6.5
	الكبريتات	3.0
	البيكاربونات	4.0

النتائج والناقشة

مؤشرات التحمل الملحي: تركيز الاملاح في الاجزاء النباتية

يعد تركيز الصوديوم احد المعاييرالفسيولوجية للتحمل الملحي في المحاصيل اذ أن الحد الادنى من التركيز يعكس تحملا اكبر للملوحة من قبل النبات ويرافقه حد ادنى من اختزال مقدار الحاصل (١٧). يعزى تحمل النباتات للصوديوم (14) الى قابليتها على عزله في فجوات الخلايا النباتية اذ لايمكن للسايتوبلازم ان يتحمل مستويات عالية من

الصوديوم. هذه الآلية تبين أهمية استخدام المحاصيل في ازالة الصوديوم عن طريق إمتصاصه وتراكمه في الجزء الخضري للنباتات مما يؤدي الى استصلاح التربة الملحية والملحية الصودية (9). يبين الشكل ١ (أ، ب) تأثير الزراعة الاحادية والثنائية للذرة البيضاء والدخن في تركيز الصوديوم للاجزاء النباتية. يتضح ان تركيز الصوديوم كان في سيقان المعاملة S2 البالغ1.27% قد انخفض معنوياً مقارنةً مع المعاملتين S1 وS3 في الحشة الاولى وبنسبة انخفاض 15.3 و14.7% ،على التوالي. كما يلاحظ وجود انخفاض معنوي في تركيز الصوديوم في الاوراق بين معاملات للحشة نفسها وبلغ تركيز الصوديوم في اوراق المعاملة S3 1.09% وانخفض معنوياً مع المعاملة S1 وS2 وبنسبة انخفاض 38.7 و14.1% بالتتابع وفيما يخص الحشة الثانية، اظهرت النتائج انخفاض تركيز الصوديوم في اوراق المعاملة S1 0.49 % بانخفاض معنوي مقارنة مع المعاملةS2 وS3

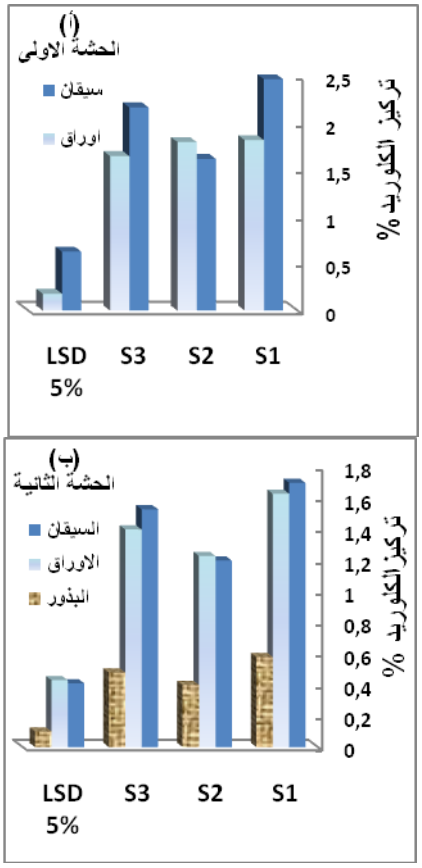


شكل ١. محتوى الصوديوم في الاجزاء النباتية للمعاملات :S1– الذرة البيضاء وS2– الدخن وS3-الذرة البيضاء + الدخن.

وبنسبة انخفاض 44.3 و25.7% بالترتيب. كما اشارت النتائج الى وجود انخفاض معنوي لتركيز الصوديوم في حبوب المعاملة S1 0.26% مقارنة مع المعاملتين S2 وS3 وبنسبة انخفاض 44.6 لكل منهما. يلاحظ ارتفاع نسبة الصوديوم في المحصول بسبب ملوحة التربة وهذا يتفق مع ما توصل اليه Krishnamurthy وآخرون (٢٠) عند الزراعة بوجود تركيز ٢٥٠ ملي مول .لتر$^{-1}$ اذ بلغ تركيز الصوديوم عند دراسة صنفين من الذرة البيضاء احدهما متحمل والاخر حساس فى السيقان 2.4 و3% وفي الاوراق 1.3 و1.6% لكل من الاصناف المتحملة للملوحة والحساسة على التوالي، كما وجد Krishnamurthy وآخرون (٢١) عند دراسة صنفين من الدخن ولمستويين من الملوحة اذ كان امتصاص الصوديوم في السيقان بمقدار 2.2% و2% والاوراق 0.6 و1.26% على التوالي. وقد يعزى سبب اختلاف تراكم الاملاح الى ان محصول الذرة البيضاء كان اقل تحملا من الدخن في الحشة الاولى بسبب ارتفاع الملوحة وهذا يتفق مع ما توصل اليه Boursier و Lauchli(٨) اذ وجدا تدهوراً في قابلية الذرة البيضاء على طرد الصوديوم من خلال زيادة كبيرة في تركيز الصوديوم عند زيادة تركيز املاح كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم. اما في الحشة الثانية فإن معيار التحمل الملحي للمحصول قد ازداد بسبب الانخفاض النسبي في ملوحة التربة عما كان عليه خلال الحشة الاولى اذ انخفضت ملوحة التربة في الحشة الثانية وعادة ما تكون العلاقة عكسية بين ملوحة التربة والتحمل الملحي للنبات (٢٢). اما محصول الدخن فقد كان اقل امتصاصاً للاملاح في الحشة الاولى ثم زاد الامتصاص فى الحشة الثانية لعدم القدرة على اجتناب الاملاح لان الجذور تكون نشطة للفترة من 45–60 يوماً ثم تبدا بالتدهور (28) مما يزيد من

الامتصاص اللاحيوي الذي تدخل من خلاله الاملاح الى النبات (12). وقد وجد بأن الذرة البيضاء طارد كفوء excluder للصوديوم اذ وجد ان كفاءته تزيد مرتين عن محصول الدخن (21). وتجدر الاشارة الى ان هذه الصفات قد تختلف ايضاً باختلاف الاصناف النباتية والترب ايضاً وذلك للدور الفعال لكيمياء محلول التربة اذ بينت الدراسات بشكل عام ان معدل الايونات الموجبة المختلفة في التربة يعكس تركيز الايون نفسه في انسجة النبات (٢).ويلاحظ من (الشكل١– ب) بأن زيادة التحمل الملحي في الحشة الثانية لمحصول الذرة البيضاء ادى الى ان يكون تركيز الصوديوم في الاوراق اقل من السيقان بسبب عملية الطرد . وذلك يتفق مع ماتوصل اليه و Netondoوآخرون (٢٣) من أن الذرة البيضاء طارد كفوء للصوديوم اذ يحد من تراكمها في السيقان ويطرد معظمها من الاوراق العليا.

تعد املاح الكلوريدات هي الاكثر مساهمة في عملية التملح وان طور التملح السائد في الترب العراقية هو طور الكلوريدات (1). ان تراكم الكلوريد فى انسجة النبات يساعد فى تنظيم الجهد osmoregulation وبذلك يساهم فى تعديل فقدان الماء كما ان محتوى الايونات يثبت جهد الغشاء وتعديل الاس الهيدروجيني وكذلك الحفاظ على التعادل الكهربائي للاغشية (٣٢). يبين شكل 2 (أ و ب) تأثير الزراعة الاحادية والثنائية للذرة البيضاء والدخن على تركيز الكلوريد فى الاجزاء النباتية. اذ اشارت نتائج التحليل الاحصائي الى وجود فرق معنوي لتفوق سيقان المعاملة S1 البالغة 2.47% معنوياً عند الحشة الاولى مقارنة مع المعاملة S2 وبنسبة زيادة 52.4% اما عند الحشة الثانية فقد تبين وجود زيادة معنوية في تركيز الكلوريد فى سيقان المعاملة S1 البالغة 1.7% مقارنة مع المعاملة S2 وبنسبة زيادة 41.6%، كما تبين من الشكل عدم وجود فرق معنوي بين اوراق المعاملات لكلا الحشتين وكذلك الحبوب. ان العلاقة بين تركيز الكلوريد في الاجزاء النباتية والتحمل الملحي للنبات هي علاقة عكسية. وهذا يتفق مع ماتوصل اليه Chang(٩) اذ وجد علاقة طردية بين ملوحة التربة وتركيز الكلوريد في الانسجة النباتية للشوفان اذ بلغ تركيز الكلوريد ٥٠٠٠٠ ملغرام لكل كيلو غرام نبات وذلك في تربة ذات ملوحة (ECe) وصلت الى ٢٢ دسي سمنز م$^{-1}$.



شكل ٢. محتوى الكلوريد في الاجزاء النباتية للمعاملات – الذرة البيضاءو S2– الدخن وS3- الذرة البيضاء +الدخن.

كمية الايونات الذائبة المزالة بالاستخلاص الحيوي Phytoextraction

لغرض تقييم مدى مساهمة كل ايون في عملية الاستصلاح الحيوي من خلال الكمية المزالة والمقدرة في المستخلص النباتي المائي (٦)، فقد تم احتساب الايونات الموجبة والسالبة المختلفة المزالة لمساحة هكتار واحد خلال الموسم الزراعي المتضمن حشتين بواسطة الذرة البيضاء والدخن في الزراعة الاحادية والثنائية. والنتائج في جدول (٣) توضح وجود فروق معنوية بين المعاملات في كمية الاملاح المزالة حيث اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية في كمية الصوديوم

المزال وذلك بتفوق المعاملة S3وقدرها ٨٤.٤ كغم هـ-١ معنويا مقارنة مع المعاملة S1 وS2 وبنسبة زيادة ٤٥.٨ و١٥٥.٠% ،على التوالي. كما تفوقت المعاملة S1التي تبلغ ٥٧.٨ كغم ه١ معنويا عن المعاملة S2 وبنسبة زيادة ٧٤.٦%. كذلك وجدت فروق معنوية في كمية الكالسيوم المزال حيث تفوقت المعاملة S3البالغة ٣١.٥ كغم هـ-١ معنويا مقارنة مع المعاملتين S1 وS2 وبنسبة ٤٠ و٣٥٦.٥% بالترتيب. كذلك تفوقت المعاملة S1والتي قدرها ٢٢.٥ كغم هـ ١- مع المعاملة S2 معنويا وبنسبة زيادة ٢٢٦%. واظهرت النتائج الاحصائية وجود فروق معنوية في كمية المغنيسيوم الذائب وذلك بتفوق

الجدول ٣. مجموع كمية الايونات الموجبة والسالبة المزالة بعد الزراعة.

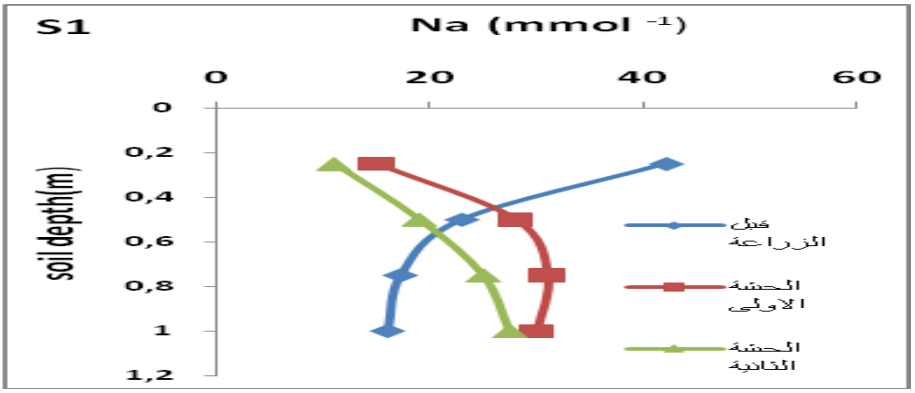
الايونات المزالة (كغم هـ -١)	المعاملات*			
	S1	S2	S3	LSD 0.05
الكبريتات	36.1	10.0	37.1	9.2
الكالسيوم	22.5	6.9	31.5	4.7
المغنسيوم	26.5	9.6	34.1	3.9
الكلوريد	137.7	36.5	122.7	27.1
البيكاربونات	29.1	14.6	42.0	12.2
الصوديوم	57.8	33.1	84.4	12.2
البوتاسيوم	117.6	60.8	148.5	19.2

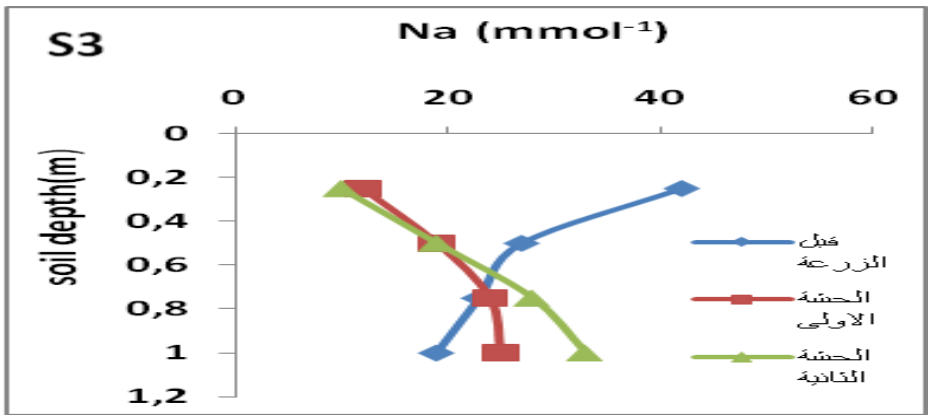
المعاملة S3 البالغة 34.1 كغم هـ-١ معنوياً مقارنة مع S1 وS2 وبنسبة زيادة 29.6 و255.2% ،على التوالي. كذلك تفوقت المعاملة S1البالغة 9.32 كغم هـ-١ معنوياً مقارنة مع المعاملة S2 وبنسبة زيادة 157.1% ووجدت فروق معنوية في كمية البوتاسيوم المزال اذ تبين تفوق المعاملة S3البالغة 148.5 كغم هـ-١ معنويا مقارنة مع المعاملتينS1 وS2 وبنسبة زيادة 26.1 و145.0% بالترتيب. اما المعاملة S1البالغة 117.6كغم هـ-١فقد تفوقت معنويا مقارنة مع المعاملة S2 وبنسبة زيادة 94.1%.كما اتضح من التحليل الاحصائي وجود فرق معنوي في كمية الكلوريد المزال وذلك بانخفاض المعاملة S2البالغة 36.5 كغم هـ-١ معنويا مقارنة مع المعاملتينS1 وS3 وبنسبة انخفاض 73.4 و70.2% على التوالي.اما كمية الكبريتات المزالة فقد انخفضت المعاملة S2 البالغة 10 كغم هـ-١ معنويا مقارنة مع المعاملتين S1 وS2 ونسبة الانخفاض كانت 72.2 و73.0% بالتتابع. علاوة على وجود فروق معنوية في كمية البيكاربونات وذلك بتفوق المعاملة S3التي تبلغ 42 كغم هـ-١ معنويا مقارنة مع المعاملتين S1 وS2 وبنسبة زيادة 44.3 و187.6% على التوالي. كذلك تفوقت المعاملة S1البالغة 29.1 كغم هـ-١ معنويا مقارنة مع المعاملة S2 وبنسبة زيادة 99.3%. ، قد يعزى سبب انخفاض كل من الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات الى ان كل من الكالسيوم والمغنسيوم ثنائي التكافؤ مع العلم ان الكالسيوم ينتقل الى الفراغ الحر فى الجذر بطريقة التدفق الكتلي بالاضافة الى ان الكالسيوم والمغنسيوم يدخل فى تركيب الخلية اما الكبريت فهو يدخل تركيب الاحماض الامينية اما الزيادة في البوتاسيوم فهو لايدخل فى تركيب اى جزء خلوي بالاضافة الى انه يمتص بما يسمى بالاستهلاك الترفي، اما الكلوريد فهو من العناصر المغذية الصغرى فهو ضروري في عملية التحلل المائي لعملية التركيب الضوئي، والصوديوم مفيد فى

نباتات C4 اذ يساعد فى عملية التركيب الضوئي لزيادة كفاءة تثبيت غاز CO_2 كماان النباتات لها القابلية على رفع الضغط الازموزي داخل الخلية بواسطة NaCl وهذه من احدى طرائق التحمل الملحي.

تأثير الاستصلاح الحيوي على تركيز ايونات الكلوريد والصوديوم في التربة

يوضح الشكل (٣) تأثير الزراعة الاحادية والثنائية في تركيز ايون الصوديوم في طبقات التربة . يلاحظ من الشكل انخفاض متوسطات ايون الصوديوم للمعاملات S1 وS2 وS3 في العمق الاول قبل الزراعة وكانت بواقع 42، 50 و٤٢ ملي مول. لتر$^{-1}$ ،على التوالي. وانخفضت المتوسطات في كلا الحشتين وللعمق ذاته وبلغت عندالحشة الاولى 15 و17 و ١١ملي مول. لتر$^{-1}$. كما سلكت جميع المعاملات سلوكاً مماثلاً بانخفاضها عند الحشة الثانية واصبح متوسط القيم 11 و14 و١٠ ملي مول.لتر$^{-1}$ بالترتيب. كما تبين ايضاً ارتفاع المتوسطات للعمق الثاني





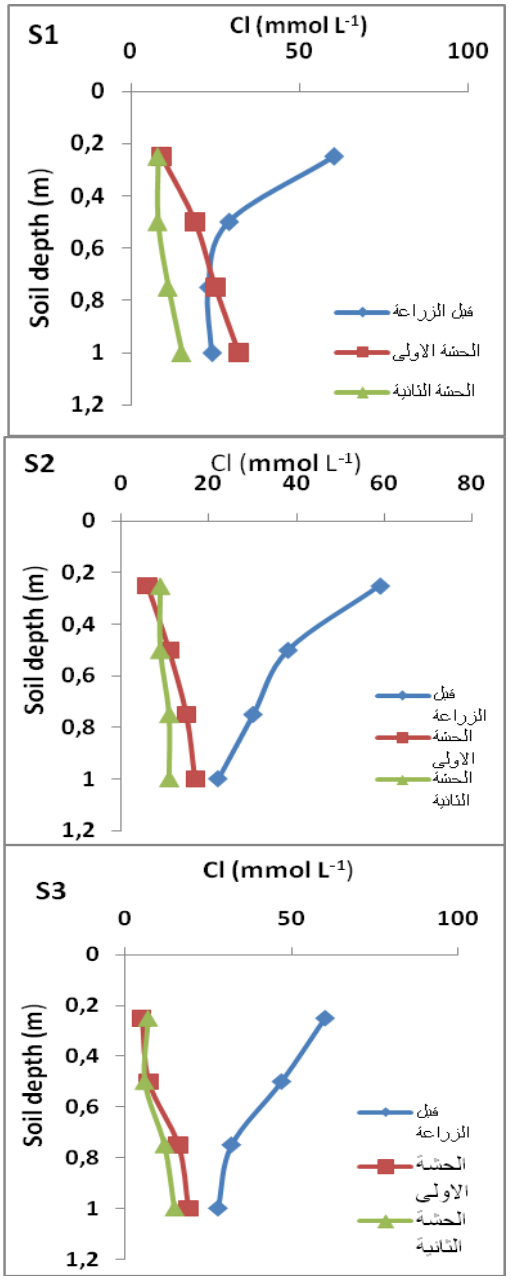
شكل٣. العلاقة بين تركيز الصوديوم وعمق التربة للمعاملات S1– الذرة البيضاء وS2–الدخن وS3- الذرة البيضاء +الدخن.

للمعاملة S1 اذ كانت قبل الزراعة ٢٣ ملي مول. لتر$^{-1}$ واصبحت عند الحشة الاولى٢٨ ملي مول. لتر$^{-1}$. الا ان هذا السلوك تبعه انخفاض عند الحشة الثانية لتصبح ١٩ ملي مول. لتر$^{-1}$.

اما المعاملتان S2 وS3 فانهما سلكتا سلوكاً مخالفاً للمعاملة S1 للعمق نفسه بانخفاض متوسطات كلا الحشتين والبالغة قبل الزراعة 42 و٢٧ ملي مول. لتر$^{-1}$ ، واصبحت عند الحشة الاولى 21 و١٩ ملي مول. لتر$^{-1}$ بالتتابع. كما انخفضت متوسطات المعاملة S2 عند الحشة الثانية واصبحت ٢٠ ملي مول. لتر$^{-1}$ اذ لم يكن هنالك تغير ملحوظ للمعاملة S3 عند الحشة الثانية. كما بين الشكل ارتفاعاً في متوسطات ايون الصوديوم للعمقين الثالث والرابع عند الحشة الاولى ولكافة المعاملات والتي كانت قبل الزراعة 17 و23 و ٢٣ ملي مول. لتر$^{-1}$ للعمق الثالث و 16 و21 و ١٩ ملي مول. لتر$^{-1}$ للعمق الرابع ، واصبحت بواقع31 و27 و ٢٤ ملي مول. لتر$^{-1}$ للعمق الثالث 29 و26 و٢٥ ملي مول.لتر$^{-1}$ للعمق الرابع عند الحشة الاولى. كما اظهر الشكل ان المعاملة S3 لكلا العمقين الثالث والرابع قد سلكت عند الحشة الثانية سلوكا مماثلاً للحشة الاولى بالارتفاع اذ بلغت ٢٨ و٣٣ ملي مول. لتر$^{-1}$ للعمقين الثالث و الرابع. اما المعاملتان S1 وS2 فقد سلكتا سلوكاً مخالفاً اذ انخفضت المتوسطات لكلا العمقين عند الحشة الثانية واصبحت 25 و٢٤ ملي مول. لتر$^{-1}$ على التوالي للعمق الثالث وانخفضت المتوسطات عند العمق الرابع وبلغت 27 و٢٣ ملي مول. لتر$^{-1}$ ، على التوالي. تتفق هذه النتائج الى ما توصل اليه Qadir وآخرون (25) لانخفاض الصوديوم في التربة خلال عملية الاستصلاح الحيوي وبين الباحث بأن هذه العملية تتم بواسطة الضغط الجزئي لثاني اوكسيد الكاربون ($P\ CO_2$) في المنطقة الجذرية والذي ينتج بروتونات الهيدروجين والتي تتحرر من قبل جذور النباتات والى حد اقل بواسطة امتصاص الصوديوم من قبل النبات وازالته بواسطة الحاصل عند الحصاد على رغم من استعمال هذه التقنية من قبل الباحثين في الترب الصودية التي تتصف بارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل وارتفاع درجة التفاعل فضلاً على استعمالها في الترب الملحية الصودية.

يبين الشكل ٤ تأثير الزراعة الاحادية والثنائية في تركيز ايون الكلوريد في طبقات التربة. اذ يلاحظ من الشكل انخفاض ايون الكلوريد فى جميع المعاملات والاعماق بعد الزراعة اذ انخفضت متوسطات ايون الكلوريد للعمق الاول وللمعاملات S1 وS2 وS3 حيث كانت المتوسطات قبل الزراعة 60 و59 و٦٠ ملي مول. لتر$^{-1}$ واصبحت عند الحشة الاولى 9 و6 و٥ ملي مول.لتر$^{-1}$. عند الحشة الثانية سلكت المعاملة S1 سلوكاً مماثلاً على عكس المعاملتان S2 وS3 فقد سلكت سلوكاً مغايراً واصبحت 8 و9 و٧ ملي مول. لتر$^{-1}$ بالترتيب، وكذلك انخفضت متوسطات ايون الكلوريد في العمق الثاني لكلا الحشتين ولجميع المعاملات اذ بلغت المتوسطات قبل الزراعة 29 و38 و٤٧ ملي مول. لتر$^{-1}$ واصبحت عند الحشة الاولى 19 و11 و٧ ملي مول. لتر$^{-1}$ ثم اصبحت عند الحشة الثانية 8 و 9و٦ ملي مول. لتر$^{-1}$ بالترتيب. بلغت متوسطات المعاملة S1 قبل الزراعة ملي مول.لتر$^{-1}$ 24 لكلا العمقين الثالث والرابع وارتفعت عند الحشة الاولى واصبحت 25 و ٣٢ ملي مول. لتر$^{-1}$ ثم اخذت بالانخفاض عند الحشة الثانية الى11و١٥ ملي مول. لتر$^{-1}$ ، على التوالي. اما المعاملتان S2 وS3 فقد حققتا انخفاضاً في كلا العمقين وللحشتين اذ بلغت المتوسطات للعمق الثالث قبل الزراعة 30 و32 ملي مول.لتر$^{-1}$ ،بالتتابع واصبحت عند الحشة الاولى 15 و١٦ ملي مول.لتر$^{-1}$ والثانية 12و١١ ملي مول. لتر$^{-1}$ لكل من المعاملتين، اما العمق الرابع للمعاملة S2وS3 فقد بلغت المتوسطات قبل الزراعة 22و٢٨ ملي مول.لتر$^{-1}$ ،على التوالي. ثم انخفضت عند الحشة الاولى لتصبح17 و١٩ ملي

مول. لتر$^{-1}$ ، بالتتابع. كما سلكت ايضا سلوكاً مماثلاً عند الحشة الثانية



شكل٤. العلاقة بين تركيز الكلوريد وعمق التربة للمعاملات S1– الذرة البيضاء و S2–الدخن و S3- الذرة البيضاء +الدخن.

اذ بلغت ١١و١٥ ملي مول. لتر$^{-1}$ على التوالي. مما تقدم يبدو من الواضح حصول انخفاض اكبر لتركيز الكلوريد في الطبقات السطحية ومن ثم في كفاءة الازالة كانت اعلى في تلك الطبقات عما هو عليه الحال في الطبقات تحت السطحية بسبب جزء الغسل الذي تتعرض له الطبقات السطحية والذي يكون اعلى مما للطبقات تحت السطحية فضلاً على امتصاص النبات لهذا الايون اذ ان النسبة المئوية للامتصاص تبلغ ٧٠% للطبقات العليا مقابل ٣٠% للطبقات التحتية (15). ان التغايرات الحاصلة هي نتاج تداخل آليات فيزيائية وكيميائية في الوقت نفسه الذي تزداد فيه ظاهرة الطرد الايوني Anion (Exclusion) لايون الكلوريد من طبقات التربة نتيجة محتوى الأطيان ذات الشحنة السالبة (٣١). اذ تؤدي ظاهرة الطرد الايوني المرتبطة بالشحنات السطحية النوعية لمعادن الطين دوراً كبيراً في حركة الكلوريد ورفض أسطح دقائق الطين له (3).

حاصل الكتلة الحيوية للمحاصيل المتحملة للملوحة

بين الجدول (٤) وجود فرق معنوي للمجموع الكلي بين المعاملات لكلا الحشتين ، وذلك بتفوق كل من المعاملة S1 و S3 بزيادة معنوية عند الحشة الاولى وكانتا بواقع 3265 و3420 كغم هـ$^{-1}$ على التوالي مقارنة مع المعاملة S2 وكانت نسبة الزيادة 89.1 و98.1% بالتتابع كما تبين من الجدول تفوق المعاملة S3 بزيادة معنوية عند الحشة الثانية وبلغت 13072 كغم هـ$^{-1}$ مقارنة مع المعاملة S1 و S2 وبلغت نسبة الزيادة 31.2 و403.3% بالتتابع. كما تفوقت المعاملة S1 معنوياً مقارنة بالمعاملة S2 بنسبة 283.5%. وقد يعود السبب لانخفاض الكتلة الحيوية للمعاملة S2 للشيخوخة المبكرة الناتجة من انتهاء دورة حياته، اوالشيخوخة الناتجة من تراكم الصوديوم.

جدول٤. الحاصل الكلي (السيقان + الاوراق+ الحبوب) لمعاملات الدراسة في الحشتين الاولى والثانية.

الحاصل الكلي كغم هـ$^{-1}$	الحشات	المعاملات*			LSD 0.05
		S1	S2	S3	
	الاولى	3265	1726	3420	801
	الثانية	9960	2597	13072	610

S1*– الذرة البيضاء ،S2– الدخن وS3- الذرة البيضاء+الدخن

المصادر

1- **الزبيدي،** احمد حيدر. 1989. ملوحة التربة. الاسس النظرية والتطبيقية، جامعة بغداد، دار الحكمة للطباعة والنشر.ع ص ٣٠٨.

2. حجازي، محمد حسين.1999. التسميد في طرق الري الحديثة. الدار العربية للنشر والتوزيع.ع ص ٢٤٧.

٣. عودة، مهدي ابراهيم، توفيق، حسام الدين احمد و فهد، علي عبد. ١٩٩٩.الازاحة الامتزاجية للكلوريد في ترب مختلفة النسجة. مجلة العلوم الزراعية العراقية ٣٠ (2):٢٣-٣٤.

٤. غيبة، عبد الرحمن وفاضل قدوري.١٩٩٨. التوازن الملحي لطبقة الجذور. ورشة العمل حول اعداد دليل خاص باستعمال المياه متوسطة الملوحة والمالحة في الزراعة العربية. تونس- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة (ACSAD). ع ص ٧٠.

٥. Arinushkina E.V. 1970.The Guide on Soil Chemical Analysis. Moscow (in Russian), in Begdullayeva, T. ;K. M. Kienzler; E. Kan; N. Ibragimov, and J. P. A. Lamers.2007. Response of Sorghum bicolor Varieties to Soil Salinity for Feed and Food Production in Karakalpakstan, Uzbekistan. Irrig. Drainage Syst. 21:237–250.

٦. Begdullayeva, T. ; K. M. Kienzler ; E. Kan; N. Ibragimov, and J. P. A. Lamers.2007. Response of Sorghum bicolor Varieties to Soil Salinity for Feed and Food Production in Karakalpakstan, Uzbekistan. Irrig. Drainage Syst . 21:237–250.

٧. Beltrao, J.; A. Neves; J. C. De Brito, and J. Seite.2009. Salt removal potential of turfgrass in golf courses in the Mediterranean basin. WSEAS Transcations on Environment.5(5):394-403.

٨. Boursier, P. and A. Lauchli. 1990.Growth responses and mineral nutrient relations of salt-stressed sorghum. Crop Sci. 30:1226-1233.

٩. Chang, P. 2007. The Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) to Improve Plant Growth in Saline Soils for Phytoremediation. MSc. Thesis .University of Waterloo. Ontario, Canada, pp.141.

١٠. Dadshani, S. A.; W. A. Weidner ; G. H. Buck-Sorlin; A. Börner, and F. Asch. 2004. QTL Analysis for salt tolerance in barley. Rural Poverty Reduction through Research for Development. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) Deutscher Tropentag, Berlin, Germany. (http://www.asch-online.eu/downloads/FA-Dadshani-DTT2004- pdf)

١١. Darling, J. A. 2008. My salt, your salt: science, culture and agriculture.2nd International Salinity Forum. Adelaide, Australia.(http://www.internationalsalinityforum.org/14_final.html.)

١٢. Flowers, T. J. 2004. Improving crop salt tolerance. J. Experimental Botany. 55 (396) : 307-319.

١٣. Evans, L. 2006. Millet for reclaiming irrigated saline soils. Prime facts, Profitable and sustainable primary industries .www. dpi.nsw .gov .au.

١٤. Hajibagheri, M. A. , A. R. Yeo ; T. J. Flowers , and J. C.Collins, 1989. Salinity resistance in *Zea mays* L. fluxes of potassium, sodium, and chloride, cytoplasmic concentrations and microsomal membrane lipids. Plant, Cell, Environment.12:753- 757.

١٥. Hoffman, G.J. and M.Th. van Genuchten. 1983. Soil properties and efficient water use: Water management for salinity control. In: H.M. Taylor, W. Jordan and T. Sinclair (eds.),

germination of annual pasture legumes: importance for adaptation to saline environments. Plant Soil 315:241–255.

٢٥. **Qadir,** M. ; A.D. Noble; J.D. Oster; S. Schubert, and A. Ghafoor. 2005. Driving forces for sodium removal during phytoremediation of a calcareous sodic and saline – sodic soils: a review. Soil Use and Management (21): 173–180.

٢٦. **Qadir,** M., and J. D. Oster. 2002.Vegetative bioremediation of calcareous sodic soils:history, mechanisms, and evaluation. Irrig. Sci. 21: 91–101.

2٧. **Qadir**, M.; J. D. Oster; S. Schubert; A. D. Noble, and K. L. Sahrawat**.**2007**.** Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils**.** *Advances in Agronomy*. 96:197- 247.

2٨. **Qadir**, M.; D. Steffens; F. Yan, and S. Schubert. 2003. Sodium removal from a calcareous saline-sodic soil through leaching and plant uptake during phytoremediation. Land Degradation & Development 14(3): 301-307.

٢٩. **Ryan**, J.; S. Garabet; K. Harmsen, and A. Rashid.1996. A soil plant analysis manualadapted for the west Asia and north Africa region. International Center for Agricultural Research in Areas (ICARDA), pp.134.

3٠. **Sharma** B. R., and P. S. Minhas. 2003. Strategies for managing saline/ alkali waters for sustainable agricultural production. International Workshop on Sustainable Strategies for Irrigation in Salt-Prone Mediterranean Region: A System Approach.Cairo, Egypt. (http://www.nwl.ac.uk/research/cairo workshop/papers/Sharma.pdf)

3١. **Van Genuchten**, M. T., and P. J. Wierenga.1986. Solute dispersion coefficient and retardation factors. In A. Klute, (ed.). Methods of soil analysis. Part 1. Agronomy No. 9: 1025 – 1054.

"Limitations to Efficient Water Use in Crop Production", Am. Soc. Agron., Madison, WI. NA, p. 73-85.

١٦. **IRRI,** International Rice Research Institute .2006. Breeding for salt tolerance in rice. (http://www.knowledgebank.irri.org/ricebreedingcourse/Breeding_for_salt_tolerance.htm)

١٧. **Irshad,** M.; H. Yasuda1and M. Inoue. 2008. Sustainable management of salinity- induced land degradation .2nd International Salinity Forum. Adelaide, Australia. (http://www.internationalsalinityforum .org/14_final.html.)

١٨. **Khoshgoftarmanesh**, A. H. H., and R. Vakil.(2003). Reclamation of saline soils by leaching and barley production. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 34: 2875-2883.

١٩. **Kovda,** V. A. (ed.). 1973. *Irrigation, Draiage and Salinity*, An International Source Book, FAO/ UNESCO, pp. 510.

2٠. **Krishnamurthy,** L.; R. Serraj; C. T. Hash ; A. J. Dakheel and B. V. S. Reddy.2007. Screening sorghum genotypes for salinity tolerant biomass production. Euphytica 156:15–24.

2١. **Krishnamurthy L**.; R. Serraj; K. N. Rai; C. T. Hash ,and A. J. Dakheel.2007.Identification of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.)R. Br.] lines tolerant to soil salinity. Euphytica 158:179–188.

2٢. **Munns**, R. and R. A. James .2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetrapod wheat. Plant Soil.253:201–218.

2٣. **Netondo**, G.W; J. C. Onyango , and E. Beck. 2004. Sorghum and salinity: I. Response of growth, water relations, and ion accumulation to NaCl salinity. Crop Sci 44:707–710.

2٤. **Nichols**, P. G. H; A. I. Malik; M. Stockdale and T. D. Colmer.2009. Salt tolerance and avoidance mechanisms at

٣٢-White, P.J. and M. R. Broadley. 2001. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: A review. Annals of Botany 88:967-988.

٣٣-Willey, N. 2006. Phytoremediation: Methods and Reviews. Humana Press, Totowa, NJ, pp. 470.